

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

AA

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

JAPANESE

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-020955

(43)Date of publication of application : 23.01.2001

(51)Int.Cl.

F16C 33/12

C25D 3/54

C25D 7/10

F16C 9/02

(21)Application number : 11-193970

(71)Applicant : TAIHO KOGYO CO LTD  
TOYOTA MOTOR CORP  
TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 08.07.1999

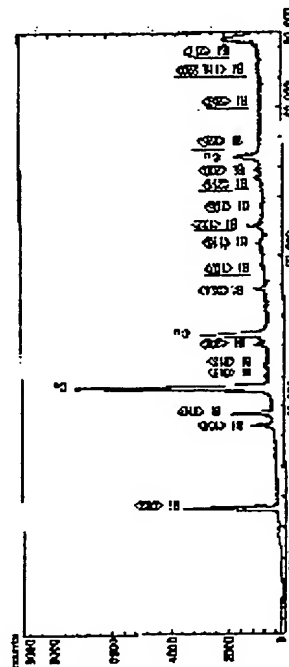
(72)Inventor : TOMIKAWA TAKASHI  
MICHIOKA HIROBUMI  
FUWA YOSHIO  
SHIMURA YOSHIO  
HOTTA SHIGERU

## (54) SLIDING BEARING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a Bi system material furnished with fatigue resistance and conformability required as an overlay for a sliding bearing of an internal combustion engine.

SOLUTION: Relative X-ray diffraction intensity  $I[hkl]$ , that is,  $I[hkl]=K(hkl)/K(012)$  of a ratio  $K(hkl)$  of X-ray diffraction intensity on a  $\{hkl\}$  plane against a ratio  $K(012)$  of X-ray diffraction intensity on a  $\{012\}$  surface satisfies conditions (a) and (b) by expressing a ratio of X-ray diffraction intensity  $R_o/t(hkl)$  of a  $\{hkl\}$  surface of Bi crystal constituting an overlay layer to X-ray diffraction intensity  $R_p(hkl)$  of the  $\{hkl\}$  surface of the Bi crystal constituting a powder standard sample to be random orientation as  $K(hkl)=R_o/t(hkl)/R_p(hkl)$ . (a)  $0.2I[012] \leq I[hkl] \leq 5I[012]$ . (b) a plane  $\{hkl\}$  to satisfy  $0.5I[012] \leq I[hkl] \leq 2I[hkl]$  exists in more than three orientations.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

AA

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-20955

(P2001-20955A)

(43) 公開日 平成13年1月23日 (2001.1.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 1 6 C 33/12		F 1 6 C 33/12	Z 3 J 0 1 1
C 2 5 D 3/54		C 2 5 D 3/54	3 J 0 3 3
7/10		7/10	4 K 0 2 3
F 1 6 C 9/02		F 1 6 C 9/02	4 K 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-193970

(22) 出願日 平成11年7月8日 (1999.7.8)

(71) 出願人 000207791

大豊工業株式会社

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地  
地の1

(74) 代理人 100077528

弁理士 村井 卓雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 すべり軸受

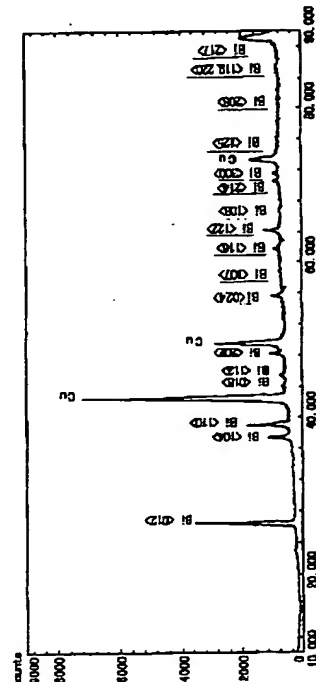
(57) 【要約】

【課題】 内燃機関のすべり軸受用オーバーレイとして必要になる耐疲労性及びなじみ性を備えたBi系材料を提供する。

【解決手段】 ランダム配向となる粉末標準試料を構成するBi結晶の{h k l}面のX線回折強度 $R_p(h k l)$ に対するオーバーレイ層を構成するBi結晶の{h k l}面のX線回折強度 $R_{0/L}(h k l)$ の比率を、 $K(h k l) = R_{0/L}(h k l) / R_p(h k l)$ を表わし、{0 1 2}面でのX線回折強度の比率 $K(0 1 2)$ に対する{h k l}面でのX線回折強度の比率 $K(h k l)$ の相対X線回折強度 $I_{[h k l]}$ すなわち $I_{[h k l]} = K(h k l) / K(0 1 2)$ が条件(a)および(b)を充足する。

(a)  $0.2 I_{[0 1 2]} \leq I_{[h k l]} \leq 5 I_{[0 1 2]}$ である。

(b)  $0.5 I_{[0 1 2]} \leq I_{[h k l]} \leq 2 I_{[h k l]}$ を満足する面(h k l)が3方位以上存在する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ライニング上にバリア層を介し又は介さずにBi又はBi合金層よりなるオーバーレイ層を形成したすべり軸受であって、

ランダム配向となる粉末標準試料を構成するBi結晶の{hkl}面のX線回折強度 $R_p(hkl)$ に対する前記オーバーレイ層を構成するBi結晶の{hkl}面のX線回折強度 $R_{0/L}(hkl)$ の比率を、 $K(hkl) = R_{0/L}(hkl) / R_p(hkl)$ と表わし、{012}面でのX線回折強度の比率 $K(012)$ に対する{hkl}面でのX線回折強度の比率 $K(hkl)$ の相対X線回折強度 $I_{[hkl]}$ 、すなわち $I_{[hkl]} = K(hkl) / K(012)$ 、が下記条件(a)および(b)を充足することを特徴とするすべり軸受。

(a) {012}面以外の結晶面の相対X線回折強度( $I_{[hkl]}$ )が $I_{[012]}$ の0.2〜5倍( $0.2 I_{[012]} \leq I_{[hkl]} \leq 5 I_{[012]}$ )である。

(b) {012}面以外の結晶面の相対X線回折強度( $I_{[hkl]}$ )が $I_{[012]}$ の0.5倍以上2倍以下( $0.5 I_{[012]} \leq I_{[hkl]} \leq 2 I_{[hkl]}$ )を満足する面(hkl)が3方位以上存在する。

【請求項2】 前記{012}面以外の結晶面のミラー指数が{104}、{110}及び{202}面である請求項1記載のすべり軸受。

【請求項3】 前記{012}面以外の結晶面のミラー指数がさらに{015}、{113}、{116}、{107}、{122}、{214}及び{300}である請求項2記載のすべり軸受。

【請求項4】 前記Bi又はBi合金層が電気めっき層である請求項1から3までの何れか1項記載のすべり軸受。

【請求項5】 前記Bi又はBi合金めっきの結晶粒の大きさが $10\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項4記載のすべり軸受。

【請求項6】 前記オーバーレイ層の厚さが $2 \sim 20\mu m$ である請求項1から5までの何れか1項記載のすべり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、すべり軸受に関するものであり、さらに詳しく述べるならばケルメットやアルミニウム合金などのライニングと称される軸受合金層に、Niめっきなどのバリア層を介しまたは介さずに軟質合金めっき層よりなり、なじみ性を発揮するオーバーレイ層を形成したすべり軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】上記したすべり軸受は主として内燃機関のクランクシャフトのジャーナル部、コンロッド大端部に使用され、また軟質合金として主としてPb合金が使用され、一部にはSn合金が使用されている。Pb系合

金のオーバーレイについては、本出願人の一名が組成の改良(ドイツ特許公報3000379号)や結晶配向の改良(特開平8-20893号)などの開発をして来た。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】Pbは環境汚染物質であるので、使用の廃止あるいは使用量の削減が求められている。Pb使用の廃止のための開発としては $MoS_2$ などのトライボ材料を樹脂で結合した皮膜としてオーバーレイとする方向の開発がある。また、本出願人の一名が欧州特許公開公報0795693A2で提案したように特にオーバーレイを必要としないCu-Ag系合金がある。ところでBiはPbと同様に低融点金属であるが、Pbより硬くかつ脆い。すなわち硬度に関してはPbは $Hv_{0.2} = 5$ であるが、Biは $Hv_{0.2} = 10$ である。オーバーレイで多用される電気めっきでは水素吸蔵等の影響で、硬さはPbで $Hv_{0.2} = 10$ に対してBiでは $Hv_{0.2} = 20$ となる。このような性質をもつためにBiは、従来、低融点性質を利用したはんだ合金や鋳型の中子、半導体材料、電子材料、光記録材料(例えば特開平4-51742号)、磁石材料(Mn-Bi磁石)などに使用されており、耐疲労性やなじみ性が要求される摺動材料としては使用されていない。本発明者は、Biは酸性溶液中での耐食性はPbよりすぐれており、またPbのように毒性がないために、Pbの代替材料として使用する方法につき鋭意研究を行った。すなわち、本発明の目的は、オーバーレイとして必要になる耐疲労性及びなじみ性を備えたBi系材料を発見し、特性がすぐれたすべり軸受を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するために手段】本発明者はBi系オーバーレイの硬くかつ脆いという性質はBi結晶の配向を制御することにより問題にならない程度までに軽減できることを見出して、本発明を完成した。すなわち、本発明は、ライニング上にバリア層を介し又は介さずにBi又はBi合金層よりなるオーバーレイ層を形成したすべり軸受であって、ランダム配向となる粉末標準試料のBi結晶の{hkl}面のX線回折強度 $R_p(hkl)$ に対する前記オーバーレイ層のBi結晶の{hkl}面のX線回折強度 $R_{0/L}(hkl)$ の比率を、 $K(hkl) = R_{0/L}(hkl) / R_p(hkl)$ と表わし、{012}面でのX線回折強度の比率 $K(012)$ に対する{hkl}面でのX線回折強度の比率 $K(hkl)$ の相対X線回折強度を $I_{[hkl]}$ 、すなわち $I_{[hkl]} = K(hkl) / K(012)$ が下記条件(a)および(b)を充足することを特徴とするすべり軸受を提供するものである。

(a) {012}面以外の結晶面の相対X線回折強度( $I_{[hkl]}$ )が $I_{[012]}$ の0.2〜5倍( $0.2 I_{[012]} \leq I_{[hkl]} \leq 5 I_{[012]}$ )である。

(b) {012}面以外の結晶面の相対X線回折強度( $I_{[hkl]}$ )が $I_{[012]}$ の0.5倍以上2倍以下( $0.5$

$I_{\{012\}} \leq I_{\{hkl\}} \leq 2 I_{\{hkl\}}$  ) を満足する面 (h k l) が3方位以上存在する。

【0005】以下、本発明の限定理由を説明する。Biは六方晶と等価な菱面体結晶である。一般に、六方晶のミラー指数は(h, k, i, l)の4けたで表される。ここでh, k, iはそれぞれ $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 軸の指数を表わし、lはc軸の指数を表わす。但し $h+k=-i$ の関係がBi結晶では成立するので、iを省略し、(h k l)の3けたで表わす。本発明のBiもしくはBi合金層(これらの組成の説明以外では「Bi層」と総称する)は、微細粉末のように完全ランダム配向と単結晶のような特定の一方の配向の中間の配向を有する。

【0006】また、配向性は次のように評価する。まず粉末のように、完全ランダム配向のBi結晶各面のX線回折強度 $R_p(hkl)$ を求め、同じくオーバレイのBi結晶各面のX線回折強度 $R_{o/L}(hkl)$ を求め、これらの比率 $K(hkl) = R_{o/L}(hkl) / R_p(hkl)$ を計算する。すると $K(hkl) > 1$ ならばオーバレイのBi結晶の(h k l)面が配向しているとの知見が得られる。次に $K(hkl)$ を求めるBi結晶の格子面を{012}面と、{012}面以外の(h k l)面とし、この大小を比率 $I_{\{hkl\}} = K(hkl) / K(012)$ として計算すると、仮に $I_{\{hkl\}} = 0$ が得られたならば{012}単結晶となり、 $I_{\{hkl\}} > 0$ が得られたならば(h k l)面に強く配向しているとの知見が得られる。また、微細粉末試料のように、Bi結晶がランダムであり完全に配向していない場合は $K(012) = 1$ 、 $K(hkl) = 1$ であるので、すべての(h k l)面に関し $I_{\{hkl\}}$ が1になる。すなわち、幾つかの面方位では $I_{\{hkl\}} = 1$ でも1以外となる面方位のある場合は完全にランダム配向とはならず、特定の配向をしており、全方位について $I_{\{hkl\}} = 1$ であるとランダム配向になる。本発明では $I_{\{hkl\}} = 0$ となる単結晶と完全ランダム配向のオーバレイは特性がすぐれないので除外し、さらに以下述べるように特定面への強い配向も除外している。

【0007】条件(a)、(b)において $I_{\{hkl\}}$ と $I_{\{012\}}$ を比較している。これに対し、例えば条件 $K(hkl) \geq n$ を設定することによって、 $K(hkl)$ のみで配向を評価すると、トライボ特性上重要な{012}面に対して他の面の配向程度を規制することが難しくなる。そこで、条件(a)では、 $0.2 I_{\{012\}} \leq I_{\{hkl\}} \leq 5 I_{\{012\}}$ と強度を{012}面を基準として一定範囲に制限する。これに対して $I_{\{hkl\}} < 0.2 I_{\{012\}}$ であると{012}面以外の面の配向が強くなり、また $I_{\{hkl\}} > 5 I_{\{012\}}$ であると{012}面の配向が強くなり、何れの場合でもオーバレイとしての性能はすぐれない。好ましくは、 $0.5 I_{\{012\}} \leq I_{\{hkl\}} \leq 2 I_{\{012\}}$ であり、上記(a)条件に加えて(b)条件のように $I_{\{012\}}$ に対して0.5倍以上2倍以下の強度で優先配向

する面方位の個数を三方位以上と規定することにより{012}面以外にも三方位以上の過剰な配向を抑制するようにしている。このように(a)および(b)を充足することによって、Biのもっている脆さを克服することができる。

【0008】めっき条件を変化させて形成した電気めっきで形成されるBi結晶層の方位につきX線による回折強度を規制する面は、{104}、{110}及び{202}の三面とすることにより、ほぼ完全にBi結晶の脆さ及び硬さを制御することができる。ここで、{104}、{110}及び{202}面は、他の面に比べX線回折強度が高いのでこの三面を規制対象とすることで制御できる。したがって $I_{\{hkl\}}$ は{104}、{110}及び{202}について求め上記(a)および(b)の関係式を満足するようにする。

【0009】上記の三面方位につきX線回折強度を規制することにより、ほとんどの場合所望の性質を得ることができるが、{015}、{113}、{202}、{107}、{116}、{122}、{214}、{300}についても上記関係式(a)、(b)を満足することにより一層確実に所望の性質を得ることができる。

【0010】Biめっきの結晶粒は $10\mu m$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $5\mu m$ 以下である。結晶粒が $10\mu m$ を超えると耐疲労性が低下し、オーバレイとして好ましくない。またオーバレイの厚さは好ましくは $2 \sim 20\mu m$ であり、より好ましくは $5 \sim 12\mu m$ である。

【0011】本発明においては、オーバレイはBi合金であってもよく、合金元素としてはSn, In, Sbなどを総量で5重量%以下含有させることができる。これらの添加成分はPb系オーバレイの添加成分として公知であるが、Bi系合金においてはなじみ性と耐焼付性向上に寄与する。但し、5重量%以上添加すると低融点化し、性能が低下する。Cu系もしくはAl系すべり軸受合金やNiバリアはそれ自身公知であり、本発明は特にそれを制約するものではなく広範囲のものを採用することができる。

【0012】上記のように配向を制御するためには、例えば以下のようなBi電気めっき条件を採用することが好ましい。

#### ①メタンスルホン酸浴A

浴組成：メタンスルホン酸：50～250ml/リットル、メタンスルホン酸ビスマス：50～250ml/リットル、 $\beta$ -ナフトール：0.5～50g/リットル  
浴温度：25℃

電流密度：0.5～5.0A/dm<sup>2</sup>

#### ②メタンスルホン酸浴B

浴組成：メタンスルホン酸：50～200ml/リットル、メタンスルホン酸ビスマス：50～250ml/リ

ットル、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル：  
0.5～50g/リットル

浴温度：25℃

電流密度：0.5～5.0A/dm<sup>2</sup>

### ③硫酸浴

浴組成：硫酸：50～120ml/リットル、硝酸ピスマス：5～30g/リットル、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル：0.5～50g/リットル、

浴温度：25℃

電流密度：0.5～5.0A/dm<sup>2</sup>

以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

### 【0013】

【実施例】以下説明する実施例において調製したすべり軸受は以下の構造のものである。

裏金：鋼板 (SPCC, 厚さ1mm)

すべり軸受：Cu-Sn-Ag合金 (欧州特許公開公報0795693AL)

Niバリア：使用しない

オーバレイ：厚さ6μmの純Bi

【0014】試験条件は以下のとおりであった。

試験機：往復動荷重試験機 (図1参照)

滑り速度：6.6m/秒 (3000rpm, 図2参照)

軸受面圧：荷重漸増 (図2参照)

軸受寸法：φ42mm×w17mm

軸材質：S55C (焼入れ)

潤滑油種：7.5W-30SE

給油温度：120℃

試験時間：25h

【0015】往復動荷重試験機を示す図1において、1は試験軸受、2はシャフト4を保持する軸受、3はコネクティングロッド、4は相手軸であるシャフト、4aは給油路である。なお、試験軸受1とシャフト4は片当たりとなるように装着した。この試験では、初期のなじみ性が不良であると疲労が発生し、また初期なじみ性が良好でもオーバレイ自体の材料特性が不良であると容易に焼付に至るとの判定結果を得ることができる。

【0016】実施例1～3及び比較例4～6のBiめっき層及びBi粉末をX線回折 (Cukα線) して求めた $I_{\{hk\}}$ を図3 (表1) に示す。したがって、(012)面と等価な(024)面の回折強度は前者に対する比率で示されている。この場合結晶学的には $I_{\{024\}} = I_{\{012\}}$ となるが、X線の侵入深さ等の影響で高次のミラー指数面の回折強度は低く現れる傾向がある等のために $I_{\{024\}} \leq I_{\{012\}}$ となっている。これらの事実を念頭において、表1の結果を検討すると次のようなことが分かる。

(イ) 実施例も比較例も完全ランダム方位ではなく、単結晶でもない。

(ロ) 比較例5は(104)方位が5.22と強く配向しているが、実施例1～3ではこのような強い配向はな

い。

(ハ) 比較例4では $I_{\{104\}}$ 、 $I_{\{113\}}$ 、 $I_{\{202\}}$ 、 $I_{\{116\}}$ 、 $I_{\{122\}}$ 、及び $I_{\{214\}}$ が非常に小さくなっているために、(012)の配向が相対的に強くなっている。比較例5では $I_{\{104\}}$ と $I_{\{300\}}$ が $I_{\{012\}}$ に対して5倍を超えているが、他の面の強度は低く、このめっき層は(104)と(300)の二つの面方位に優先配向している。

(ニ) 実施例1～3は上記条件(a)および(b)を満足している。すなわち、特定の面への配向が非常に強くないので(a)が充足され、さらに(b)による優先配向面の数も3以上と適切であり、特定方位の面だけが優先配向していないことが分かる。なお、表1では(012)のうち(012)の強度を1として計算しているが、等価な(024)の強度を1として計算しても同様の結果が得られる。

【0017】実施例1のめっき表面組織を図4に、X線回折図 (粉末強度を基準とする換算前の図) を図5に示し、また比較例4のめっき表面組織を図6に、X線回折図 (粉末強度を基準とする換算前の図) を図7に示し、また比較例6のめっき表面組織を図8に示した。めっき層の結晶粒径は実施例1が2.8μm、比較例4が5.8μm、比較例6が10.6μmであった。試験の結果を図3 (表1) 及び図9に示す。なお、疲労発生率評価の基準として常用のPb系オーバレイ (Sn10%、In10%の例を示す) の比較例を図9に示す。これらの図より本発明の実施例1～3は比較例4～6より耐疲労性及び耐焼付性がすぐれており、Pb系オーバレイと同等の性能であることが明らかである。

### 【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるとBiをオーバレイとして使用し、従来のPb系オーバレイを代替することが期待される。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】 往復動荷重試験機の模式図である。

【図2】 往復動荷重試験機の試験パターンを示すグラフである。

【図3】 実施例及び比較例におけるめっき層のミラー面指数、結晶粒径及び軸受供試材の試験結果を示す図表 (表1) である。

【図4】 実施例1のめっき表面組織を示す写真である。

【図5】 実施例1のめっき層のX線回折像である。

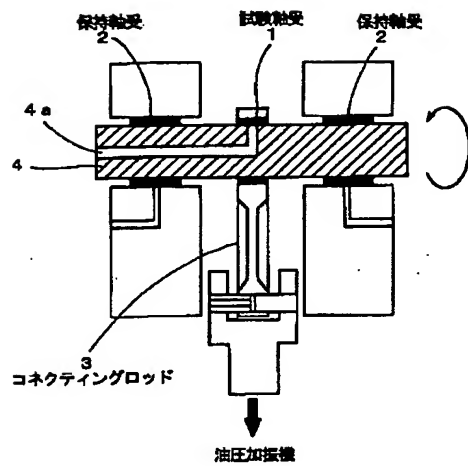
【図6】 比較例4のめっき表面組織を示す写真である。

【図7】 比較例4のめっき層のX線回折像である。

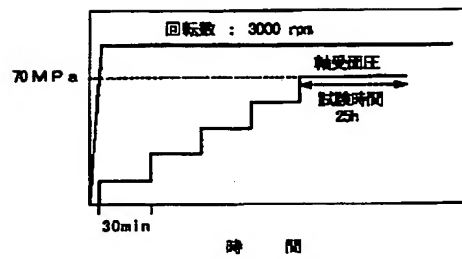
【図8】 比較例6のめっき表面組織を示す写真である。

【図9】 実施例及び比較例の疲労発生率を示すグラフである。

【図1】



【図2】



【図6】

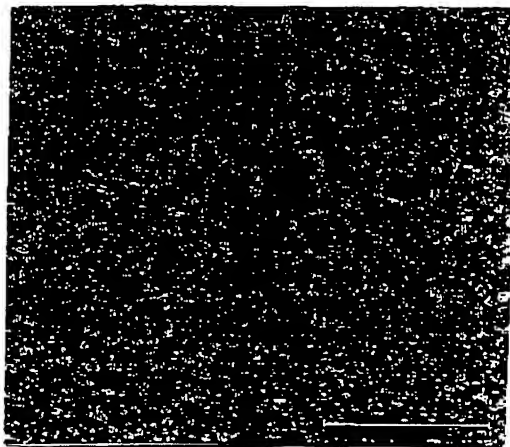
めっき表面組織



5.8  $\mu\text{m}$

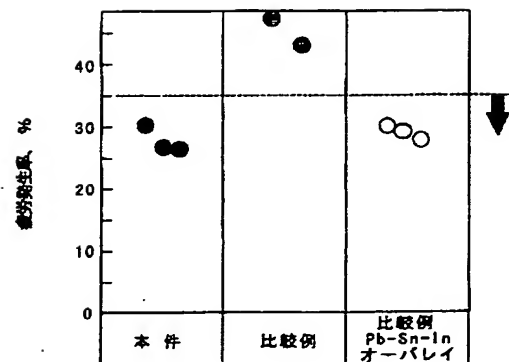
【図4】

めっき表面組織



2.8  $\mu\text{m}$

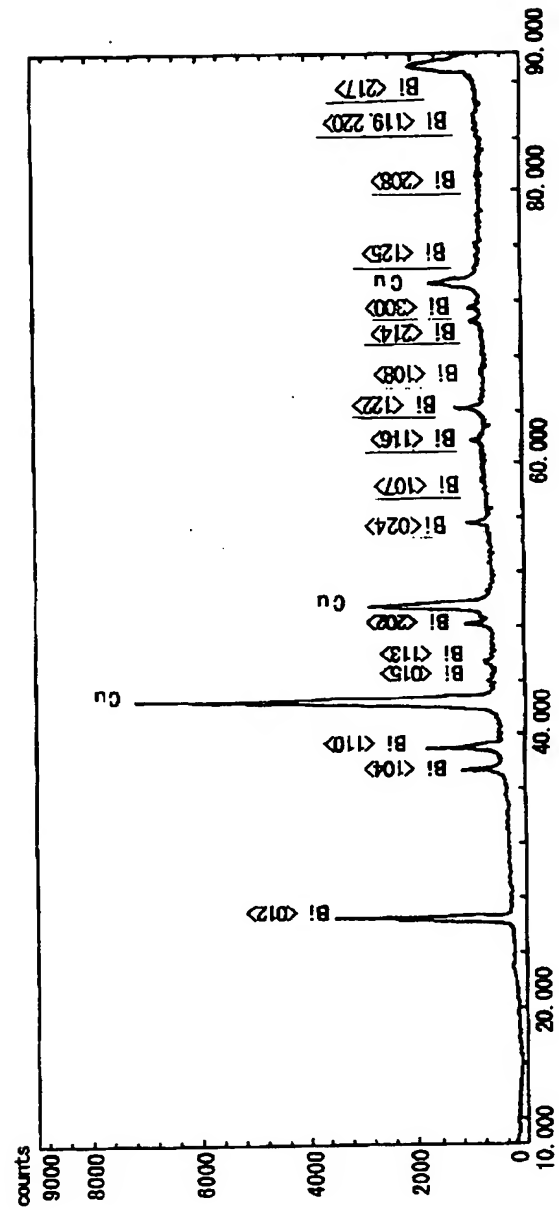
【図9】



【図3】

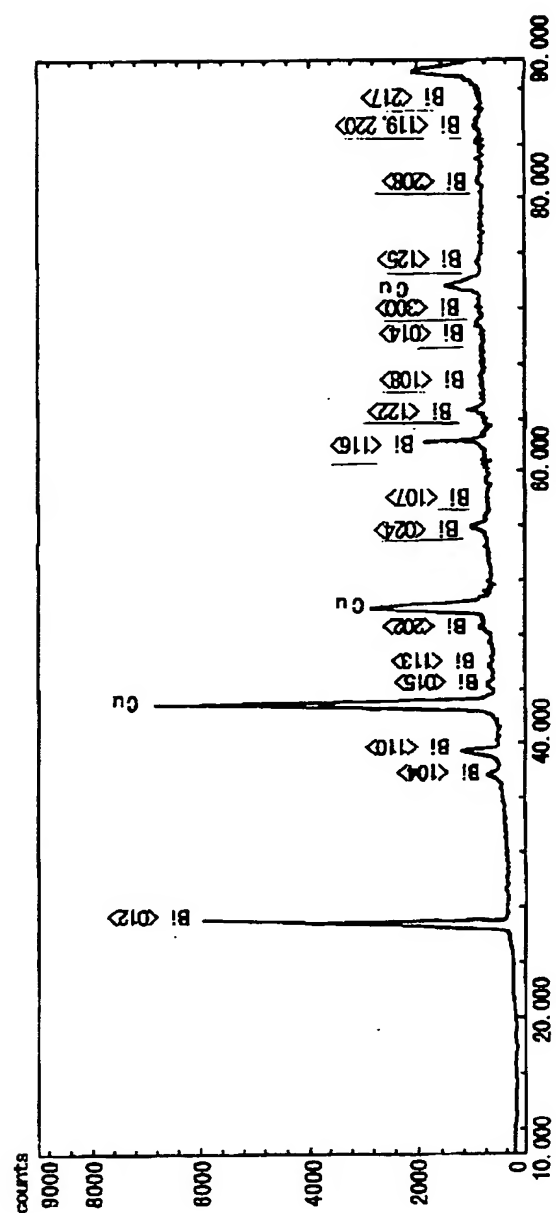
	各ミラー面の配向指数												結晶粒 μm	疲労発生率 %	焼付け面圧 MPa
	012	104	110	015	113	202	024	107	116	122	214	300			
実施例	1	1.00	0.42	0.84	0.71	0.57	0.65	0.83	0.33	0.45	0.56	0.23	0.67	25.4	100
	2	1.00	0.75	1.25	2.05	0.63	1.01	0.86	1.34	0.82	0.42	0.54	0.48	26.1	100
	3	1.00	0.82	2.25	4.64	0.54	0.90	0.92	1.01	0.78	0.21	0.64	0.33	30.2	100
比較例	4	1.00	0.10	0.22	0.45	0.15	0.11	0.97	0.83	0.07	0.07	0.15	0.64	48.1	70
	5	1.00	5.22	0.59	2.18	0.21	0.15	1.01	1.06	0.23	0.12	0.64	9.74	43.2	60
	6	1.00	0.22	0.28	0.33	0.36	0.33	0.86	0.67	0.23	0.29	0.41	0.23	34.8	50

【図5】



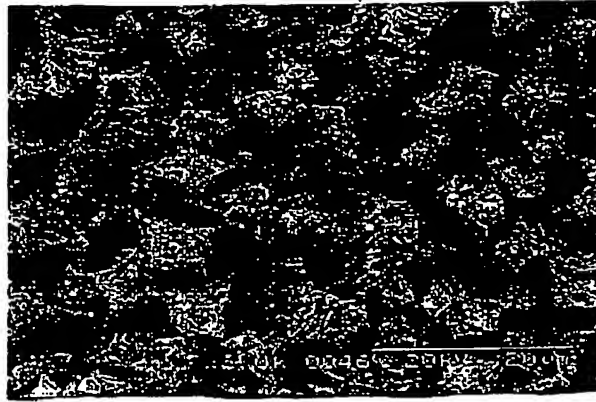


【図7】



【図8】

めっき表面組織



10.6  $\mu\text{m}$

---

フロントページの続き

(72)発明者 富川 貴志  
愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工  
業株式会社内  
(72)発明者 道岡 博文  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内  
(72)発明者 不破 良雄  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72)発明者 志村 好男  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内  
(72)発明者 堀田 滋  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内  
Fターム(参考) 3J011 QA03 SB03 SB20  
3J033 AA02 GA07  
4K023 AA22 AB49 BA29 CB13 CB33  
DA07 DA08  
4K024 AA01 AA14 AB01 AB02 BA06  
BA09 BB05 CA01 CA04 CA06  
GA16